www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm Caldasia 30(2):441-455. 2008

DIVERSIDAD DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DEL PÁRAMO DE FRONTINO (ANTIOQUIA, COLOMBIA)

Diversity of Aquatic Macroinvertebrates of Páramo de Frontino (Antioquia, Colombia)

José Andrés Posada-García
Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. japosga@yahoo.es

Gonzalo Abril-Ramírez
Luís Norberto Parra-Sánchez
Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia. gabril@unal.edu.co; lnparra@unal.edu.co

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio taxonómico y ecológico sobre las comunidades de macroinvertebrados acuáticos presentes en la zona del Páramo de Frontino o del Sol, en Antioquia (Colombia). Se llevaron a cabo dos campañas de campo en septiembre de 2002 y 2004 en sistemas lénticos y lóticos. Se encontraron 20 taxones en la cabecera del río de Urrao, 20 en el sitio Llano Grande I, trece en la Laguna de Campanas y 18 en la Laguna de Puente Largo para la campaña 2002. Para la campaña de 2004 se presentaron catorce taxones en el sitio Llano Grande I, 17 en el sitio Llano Grande II, y once taxones en la Laguna de Puente Largo. Las curvas de acumulación de especies revelan que para los sistemas lénticos la toma de muestras fue representativa para los organismos estudiados, mientras que para los sistemas lóticos el muestreo fue insuficiente. Se registra por primera vez para Colombia *Hydrozetes* (Acari: Eremaeidae) y para Antioquia *Anomalocomoecus* (Trichoptera: Limnephilidae), *Pseudosmittia* y *Metriocnemus* (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae). El segundo registro para Colombia de *Paraheptagyia* (Chironomidae: Diamesinae) también se ha informado en este estudio.

Palabras clave. Páramo de Frontino, Páramo del Sol, macroinvertebrados acuáticos.

ABSTRACT

We present the results of a taxonomic and ecological study on the macroinvertebrate communities of the Paramo de Frontino (Paramo del Sol) in Antioquia (Colombia). Over the course of two field seasons in September 2002 and 2004, respectively lotic and lentic systems were sampled. We report 20 taxa in the river Urrao’s headwaters, 20 in the LlanoGrande I site, 13 taxa in Lagoon Campanas, and 18 in Lagoon Puente Largo from the 2002 field season. From the 2004 field season we report 14 taxa in the Llano Grande I site, 17 in the Llano Grande II site, and 11 taxa in Lagoon Puente Largo. The species accumulation curves show that for the lentic systems the sampling is representative for the studied organisms, while for lotic systems the sampling was insufficient. Recorded for the first time for Colombia is *Hydrozetes*

(Acari: Eremaeidae), and for Antioquia: *Anomalocomoecus* (Trichoptera: Limnephilidae)*,Pseudosmittia* and*Metriocnemus* (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae). The second record for Colombia of *Paraheptagyia* (Chironomidae: Diamesinae) is also reported in this study.

Key words. Páramo de Frontino, Páramo del Sol, aquatic macroinvertebrates.

INTRODUCCIÓN

Colombia posee después de Ecuador el mayor número de hectáreas cubiertas por páramos en el continente americano (Hofstede 2002) y dentro de éstos se destaca el páramo de Frontino o del Sol. Este páramo es el más extenso de todo el noroccidente colombiano, constituyendo el corredor más cercano a los páramos centroamericanos. Además de ser un ecosistema estratégico para el departamento de Antioquia, el Páramo de Frontino posee un recurso hídrico de vital importancia para el suministro de agua para una creciente y numerosa población, además de albergar una fauna y flora únicas, siendo este un ecosistema frágil debido a la intervención humana (Jaramillo & Parra 1993).

Las investigaciones sobre entomofauna en los páramos colombianos son pocas y están enfocadas principalmente a la artropofauna terrestre (Bernal & Figueroa 1980, Locarno 2002, Morales & Sarmiento 2002, Fagua 2002, Moreno-Villalobos 2002, Rangel & Orjuela-R. 2002, Bautista *et al.* 2006, Varela 2006). Para el departamento de Antioquia, ésta es la primera investigación que involucra a los macroinvertebrados acuáticos en este tipo de ecosistema.

El objetivo de esta investigación es contribuir al conocimiento de la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos en algunos cuerpos de agua lénticos y lóticos del Páramo de Frontino, como base preliminar para futuros estudios e inferir su uso como nuevos indicadores ecológicos.

ÁREA DE ESTUDIO

El Páramo de Frontino o del Sol, se localiza en la cordillera Occidental entre los municipios de Urrao, Abriaquí, Caicedo y Frontino del departamento de Antioquia (Colombia). El ecosistema páramo se desarrolla desde los 3450 hasta su altura máxima de 4080 metros. Geográficamente su centro está a 6º 29' 00" de latitud Norte y 76º 6' 00" de longitud Oeste, constituyendo la principal elevación de la cordillera Occidental (Parra, 1991). La vegetación del lugar se encuentra relacionada con ambientes encharcados, turberas, lagunas, lagos, orillas de lagunetas y ríos (Velásquez & Parra, 2002). La mayor parte de los suelos de la zona paramuna se encuentran clasificados dentro del orden Andisoles por ser originados por materiales volcánicos, mientras que en la gran planicie de Puente Largo dominan los suelos tipo Histosoles formados por la acumulación de materia orgánica. Las lagunas presentes en el páramo son de origen glaciar, poseen histosoles de fibras y lodos orgánicos como suelos circundantes. La zona presenta un régimen de lluvia bimodal con una temperatura diurna del aire más alta que la del agua, mientras que en la noche la temperatura del agua es de 12 °C y la del ambiente oscila entre 1,9 °C y 12 °C (Jaramillo & Parra, 1993).

Los sistemas lóticos muestreados fueron: el nacimiento del río Urrao, 500 m aguas abajo de su nacimiento, a 3540 metros sobre el nivel del mar (msnm) y la quebrada Llano Grande sitio I y sitio II, a 3550 msnm. En ambos sistemas lóticos se presentan zonas de rápidos con altas pendientes, pequeñas pozas y zanjas rodeadas de rocas, hierbas y arbustos que en algunos casos cubren el cuerpo de agua. Los puntos de muestreo presentaron un ancho de 1m y una profundidad promedio de 0.50 m.

Los sistemas lénticos (o leníticos) muestreados fueron: la laguna Puente Largo con un área de 1.5 km^2, ubicada en la cota 3600 msnm, con una profundidad máxima de 1.1 m. Presenta una zona de pantanos marginales cubierta en un 98% por el briófito *Sphagnum* sp; mientras que el 2% restante está ocupada por montículos sumergidos de *Isoetes lacustris.* En la parte limnética se presentan masas de algas (natas) discontinuas, sumergidas, muy cerca de la superficie del agua. En algunos sectores se presentan charcas con una serie de montículos de macrófitas emergentes separadas por pozuelos de agua que ocupan el lugar de transición hacia los sitios ya colmatados, formando grandes áreas que solo dejan al descubierto pocas zonas de aguas libres. El fondo de los pozuelos presenta sedimentos lodosos. Esta laguna es de aguas desmineralizadas, debido a que los aportes son mayoritariamente de aguas lluvias. Los valores de pH oscilan entre cuatro y ocho; el valor del oxígeno disuelto presenta variaciones desde la anoxia en el fondo hasta los 3.2 mgl^{-1} en la superficie. La laguna presenta constante mezcla debido a la energía mecánica y cinética introducida por la acción del viento en la superficie.

La laguna de Campanas, con un área de 1.3 km^2, a 3900 msnm y una profundidad máxima de 5.2 m, es el mayor cuerpo de agua del páramo y posee una vegetación terrestre circundante compuesta principalmente por *Speletia* sp., *Calamagostris* sp, *Pernettia* sp., *Diplostephium* sp. y *Racomitrium* sp., además de pequeños parches de *Polylepis* sp en el costado norte del cerro Campanas. La laguna está expuesta a vientos de 3 m/s con dirección occidente – oriente. Los mayores depósitos de material vegetal acarreados por el viento sobre la superficie del lago se dan en la zona nororiental, donde se evidencian los mayores procesos de colmatación y emergencia de juncos. En la zona norte y occidental se evidencia el proceso de formación de charcas y pantanos dominados por *Sphagnum* sp.

Al igual que Puente Largo, la laguna Campanas posee aguas desmineralizadas, aunque son ligeramente carbonatadas debido al aporte de agua de escorrentía de la montaña circundante que está en contacto con la lámina de agua, contribuyendo al aumento de iones a la laguna. El oxígeno presenta valores desde la anoxia en la parte profunda hasta los 2,6 mgl^{-1} en la interfase aire – agua. Ambas lagunas son oligotróficas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los períodos de muestreo comprendieron desde el 25 al 28 de septiembre de 2002 y del 7 al 9 de septiembre de 2004.

El método de muestreo en los sistemas lóticos consistió en tomar tres submuestras de 0.25 por 1 m a lo largo de la quebrada en un trayecto de 20 m con una red triangular con malla de 250 µm. Los bordes de las quebradas se escarbaron con la ayuda de una red triangular y se colectó manualmente con la ayuda de una pinza, en piedras y material vegetal sumergido, por un tiempo de 15 minutos en cada uno de los tres puntos de muestreo. Para los sistemas lénticos se tomaron diez puntos en la parte perimetral de cada cuerpo de agua, delimitando un área de 625 cm^2 para cada muestra. El material de cada estación se recolectó con una red de mano en las que se removió la parte del litoral, sublitoral y profundal.

Las muestras se fijaron en alcohol al 96% y se guardaron en recipientes plásticos para su transporte. Durante la fase de laboratorio el material biológico colectado se separó de otros materiales acompañantes (orgánico e inorgánico), luego se realizó la identificación hasta el máximo nivel taxonómico posible, con la ayuda de artículos y las claves taxonómicas de Brundin (1956), Usinger (1956), Edmonson (1959), Edmunds (1976), Pennak (1978), Saether (1980), Flint (1982), Álvarez & Roldán (1983), Arango & Roldán (1983), Cranston & Reiss (1983), Cranston *et al.* (1983), Pinder (1983), Bedoya & Roldán (1984), Wiederholm (1986, 1989), Domínguez & Peters (1992), Epler (1995), Trivinho-S. & Strixino (1995), Merrit & Cummins (1996), Ospina *et al.* (2000), Ruiz *et al.* (2000), Fernández & Domínguez (2003), Posada & Roldán (2003) y Muñoz (2005).

Los organismos se almacenaron en viales con alcohol al 70% y se cuantificaron. Todo el material se depositó en el Museo Entomológico "Francisco Luis Gallego" (MEFLG) de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). El análisis estadístico y tratamiento de los datos se realizó mediante el programa PAST Ver. 1.79 (2001) y para la agrupación entre las estaciones mediante el índice de Sorenson y el programa BioDiversity Pro. Ver. 2. (1997), para estimar las curvas de acumulación de especies.

RESULTADOS

Sistemas lóticos

En nacimiento del río Urrao se recolectaron 162 individuos, representados por 20 taxones, de los cuales se identificaron una especie, quince géneros, catorce familias y nueve órdenes (tabla 1), donde *Hyallela, Pseudosmittia* y *Cylloepus* fueron los géneros que presentaron la mayor abundancia. En la figura 1 se muestran los taxones más representativos comprendiendo el 85,8 % del total colectado.

Para la quebrada Llano Grande I en la primera campaña de muestreo (2002) se recolectaron 209 individuos representados por 20 taxones, de los cuales se identificaron quince géneros, 16 familias y seis órdenes (tabla 1), siendo la subfamilia Orthocladine y el género *Hyallela* los taxones de mayor abundancia en dicho muestreo. En la figura 2 se muestran los taxones más representativos, comprendiendo el 85,2 % del total colectado. Para la segunda campaña de muestreo (2004) se recolectaron 95 individuos representados por catorce taxones, de los cuales se identificaron una especie, once géneros, trece familias y seis órdenes (tabla 1), siendo *Cylloepus* y *Anomalocomoecus* los géneros que presentaron la mayor abundancia. En la figura 2 se muestran los taxones más representativos, comprendiendo el 81,1 % del total colectado.

Para la quebrada Llano Grande II se recolectaron 128 individuos representados por 17 taxones, de los cuales se identificaron una especie, trece géneros, catorce familias y seis órdenes (tabla 1), donde *Contulma* y *Cloeodes* fueron los géneros que presentaron la mayor abundancia. En la figura 3 se observan los taxones más representativos comprendiendo el 85,2 % del total colectado.

Se presentó diferencia en la composición y la abundancia relativa entre los tres cuerpos de aguas lóticos, al igual que una marcada diferencia entre los dos periodos de muestreo en quebrada Llano Grande I, mostrando una disminución tanto en el número de individuos colectados como en la cantidad de taxones encontrados.

Tabla 1. Abundancia total de los macroinvertebrados acuáticos colectados en los sistemas lóticos del páramo.

Orden	**Familia**	**Taxón**	**Nacmto. R. Urrao (2002)**	**Qda. Llano Grande I (2002)**	**Qda. Llano Grande I (2004)**	**Qda. Llano Grande II (2002)**
Tricladida	Dugesiidae	*Girardia*	1			11
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	*Hellobdela stagnalis*	1		1	1
Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	30	45		
Sarcoptiformes	Hydrozetidae	*Hydrozetes*	7	1	1	
Ephemeroptera	Baetidae	*Baetodes*	9	21	7	
		Cloeodes	14			22
	Leptophlebiidae	*Thraulodes*	3	4		16
Hemiptera	Hebridae	sp.	1			
Coleoptera	Elmidae	sp. (Adulto)	5	1		2
		sp. (Larva)				13
		Cylloepus	26	1	23	
		Hexanchorus				1
	Ptilodactylidae	*Tetraglossa*		1		
	Scirtidae	*Scirtes*	7	6		
Trichoptera	Indet. (Pupas)	sp.			8	4
	Anomalopsychidae	*Contulma*		27		27
	Calamoceratidae	*Phylloicus*	1	1	1	1
	Hydrobiosidae	*Atopsyche* sp. 1	3		1	
		Atopsyche sp. 2				2
	Helicopsychidae	*Helicopsyche*		1	1	2
	Hydroptilidae	sp.		1		
		Metrichia	2	2		
	Leptoceridae	*Atanatolica*	7	11		5
		Nectopsyche	9	14	7	2
	Limnephilidae	*Anomalocomoecus*			22	15
Diptera	Blephariceridae	sp.		1		
	Ceratopogonidae	sp.			1	
	Chironomidae					
	Subfamilias:					
	Tanypodinae	sp.	2	14		
	Diamesinae	*Paraheptagyra*			1	
	Orthocaldiinae	sp.		46		
		Metriocnemus	3			
		Pseudosmittia	30			
	Chironominae	sp.	1			
	Empididae	*Chelifera*			3	
	Muscidae	*Limonia*		1		
	Simuliidae	*Simulium*		10	18	2
	Tabanidae	*Tabanus*				2
No. de individuos:			**162**	**209**	**95**	**128**

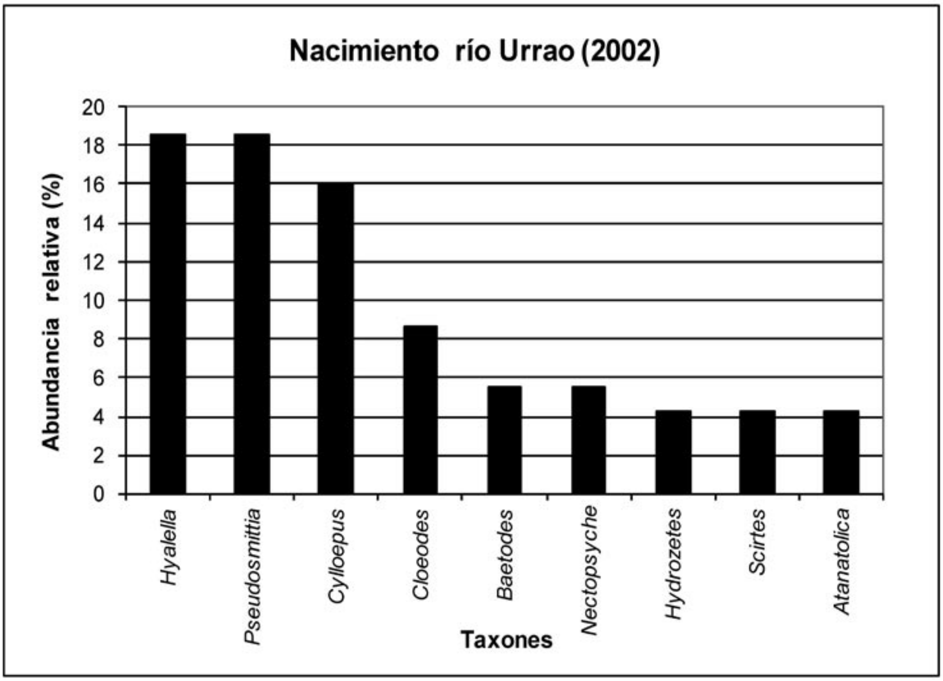

Figura 1. Abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos en el nacimiento del Río Urrao.

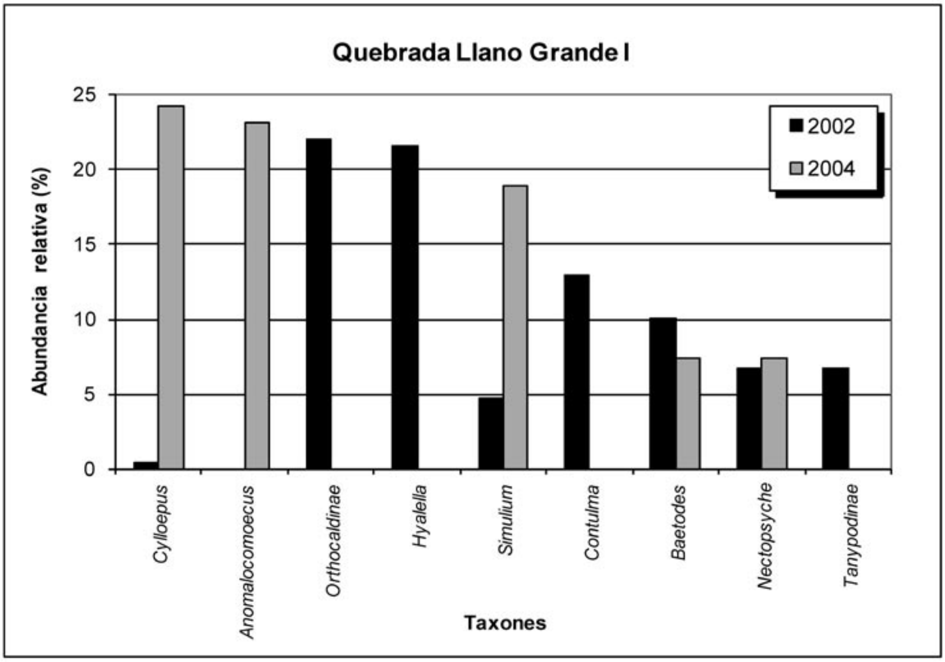

Figura 2. Abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos en las dos fechas de muestreo de la Quebrada Llano Grande I.

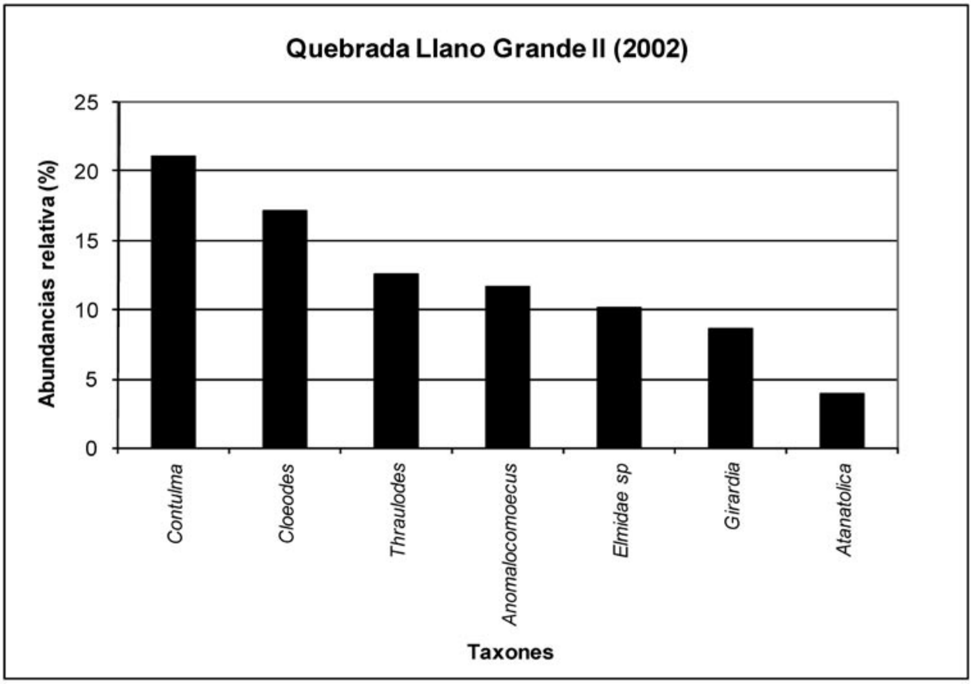

Figura 3. Abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos en la Quebrada Llano Grande II.

Sistemas lénticos

Para la laguna Puente Largo se recolectaron 1728 individuos representados por 18 taxones, de los cuales se identificaron cuatro especies, siete géneros, diez familias y diez órdenes en el primer muestreo (2002), siendo *Hydrozetes* y *Pseudosmittia* los géneros de mayor abundancia. Para el segundo muestreo (2004) se recolectaron 2006 individuos, representados por once taxones, de los cuales se identificaron dos especies, cuatro géneros, ocho familias y siete órdenes (tabla 2), presentando los mismos géneros con mayor abundancia (Figura 4).

En la laguna Campanas se recolectaron 1373 individuos representados por trece taxones, de los cuales se identificaron tres especies, cinco géneros, ocho familias y ocho órdenes (tabla 2), siendo los géneros *Hydrozetes* y *Pseudosmittia* los taxones de mayor abundancia (Figura 5). Cabe anotar que *Hydrozetes* presentó la mayor abundancia y se contabilizó solamente hasta 1000 individuos, debido a que eran suficientes para representar el taxón dominante en ambos cuerpos de agua.

Para la laguna Puente Largo se presentaron en ambas campañas de muestreo diferencias en la abundancia y composición de los organismos, encontrándose ocho taxones en el año 2002 que no se hallaron en el 2004. Además, Nematomorpha y *Pseudosmittia* aumentaron en la segunda campaña, mientras que *Aeshna marcali, Oxyethira* y Ceratopogonidae sp1 se redujeron considerablemente, atribuible a que estos organismos se encontraron en época de emergencia, corroborado por la presencia en la zonas del litoral de exuvias de Odonata y capullos de pupas de *Oxyethira* entre el follaje de *Sphagnum*.

Tabla 2. Composición taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos recolectados en los sistemas lénticos del páramo.

Orden	Familia	Taxón	Laguna Puente Largo (2002)	Laguna Puente Largo (2004)	Laguna Campanas (2002)
Tricladida	Dugesiidae	*Girardia*	5	0	0
Nematomorpha	Indet.	sp.	13	78	15
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	*Hellobdela stagnalis*	0	6	8
Unionoida	Sphaeriidae	*Sphaerum forbesi*	1	0	0
		Pisidium casertanum	0	0	2
Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella*	63	0	44
Acarina	Indet.	sp.	0	0	3
	Eremaeidae	*Hydrozetes*	1000	1000	1000
Collembolla	Indet.	sp.	1	0	0
Odonata	Aeshnidae	*Aeshna marcali*	35	6	9
	Libellulidae	*Erithrodiplax*	36	36	0
Coleoptera	Dytiscidae	sp. (Adulto)	27	36	0
		sp. (Larva)	9	5	0
Trichoptera	Hydroptilidae	*Oxyethira*	64	10	30
Diptera	Indet.	sp.	14	0	0
	Ceratopogonidae	sp. 1	58	16	1
		sp. 2	99	0	0
	Chironomidae				
	Subfamilias:				
	Tanypodinae	sp.	5	0	23
	Orthocaldiinae	*Metriocnemus*	3	4	15
		Pseudosmittia	279	809	211
	Chironominae	sp.	16	0	12
		No. de individuos:	**1728**	**2006**	**1373**

En la figura 6 se muestra la comparación entre los cuerpos lóticos y lénticos en la cantidad de individuos por área muestreada y el número de taxones, revelando que los cuerpos lénticos hospedan mayor número de individuos, mientras el número de taxones es levemente mayor en los lóticos.

Para los sistemas lóticos la curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota, indicando que el muestreo en estos cuerpos de agua esta en su etapa inicial (Figura 7), mientras que para los sistemas lénticos dicha curva alcanzó la asíntota, demostrando que el número de morfoespecies y de muestras realizadas fueron representativos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en este tipo de sistemas del Páramo de Frontino (Figura 8).

La clasificación de los puntos muestreados mediante el análisis de similitud empleando el índice de Sorensen, permitió agrupar los puntos de muestreo de acuerdo a la composición de macroinvertebrados. En este análisis se observó claramente la separación entre los sistemas lénticos y lóticos, presentando una mayor similitud entre los sistemas lénticos (mayor del 70%), mientras que los sistemas lóticos presentaron poca similitud entre ellos, mostrando las diferencias que se dan en su composición, tanto espacial como temporalmente (Figura 9).

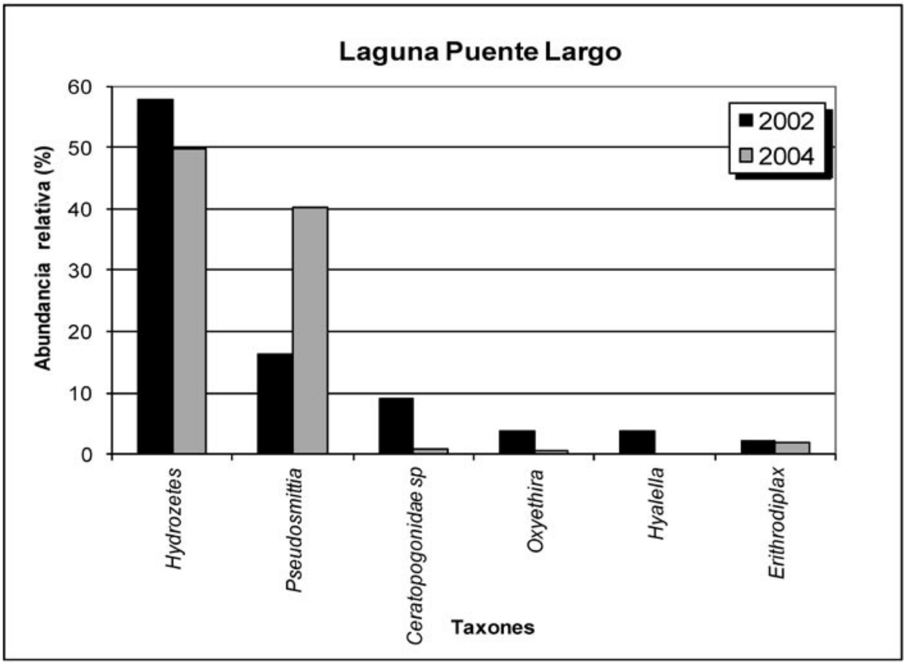

Figura 4. Abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos en las dos fechas de muestreo de la laguna Puente Largo.

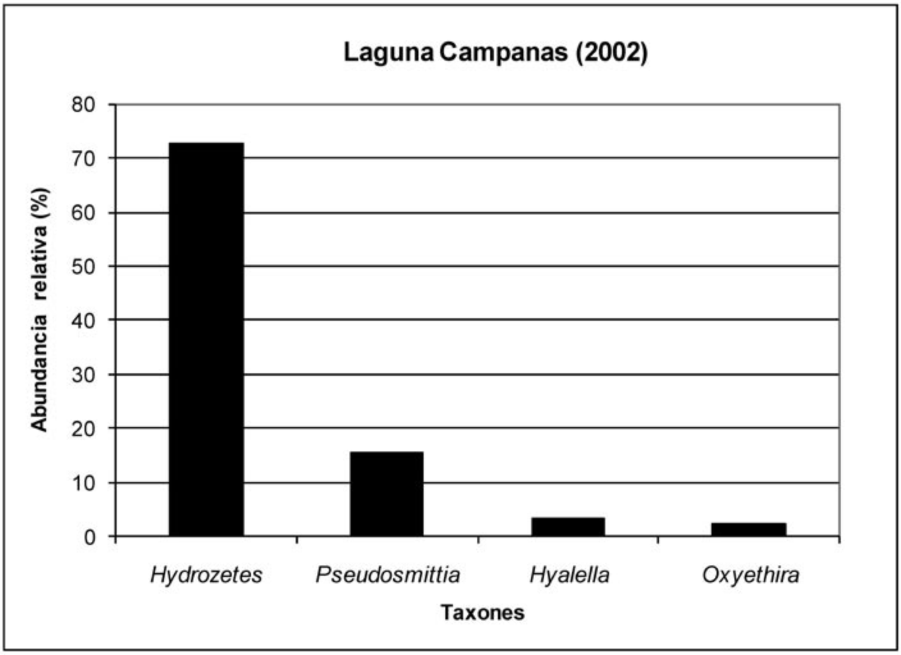

Figura 5. Abundancia relativa de los macroinvertebrados acuáticos en la laguna Campanas.

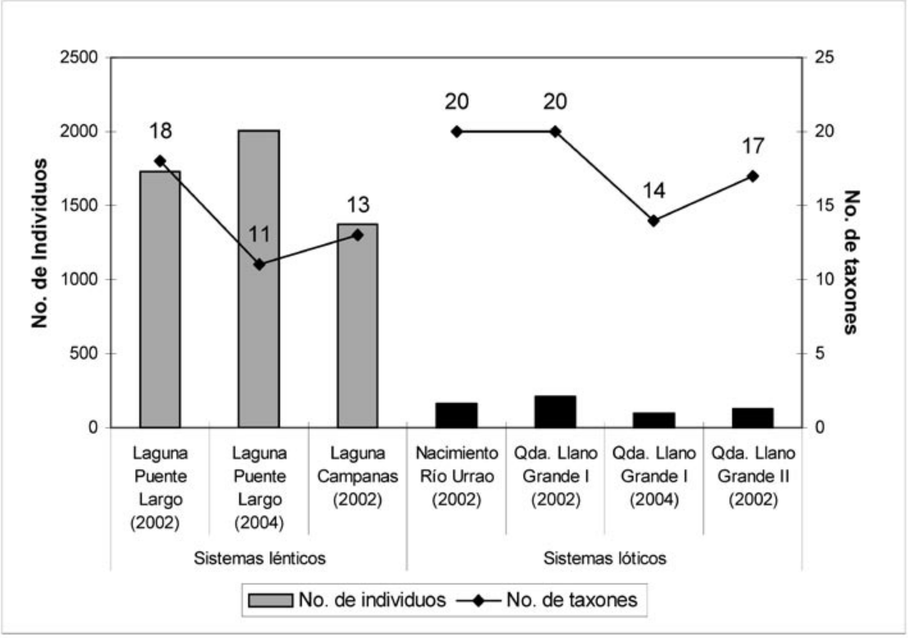

Figura 6. Cantidad de individuos y taxones encontrados en los diferentes sistemas muestreados.

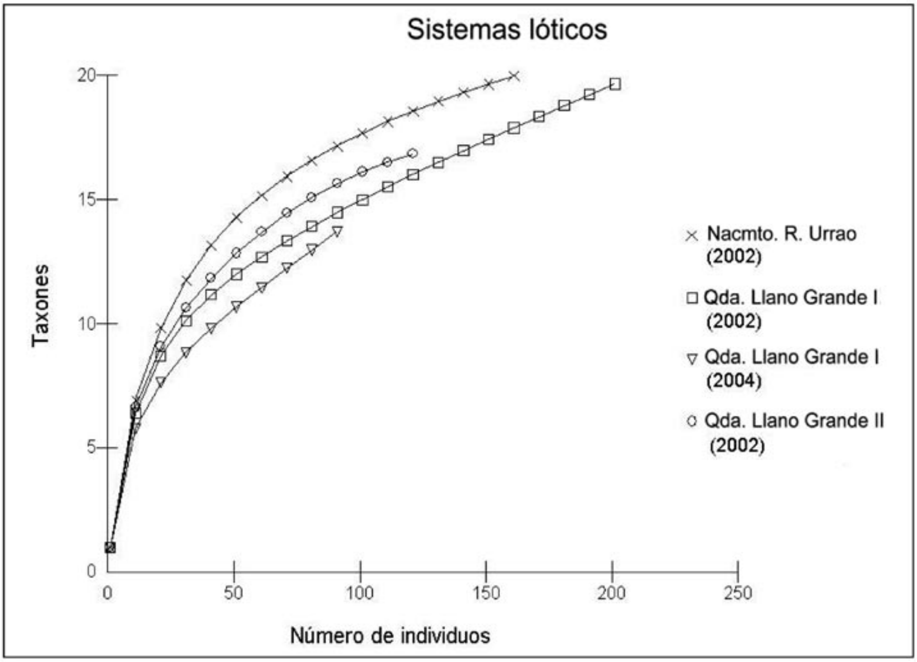

Figura 7. Curva acumulativa de especies para los sistemas lóticos muestreados.

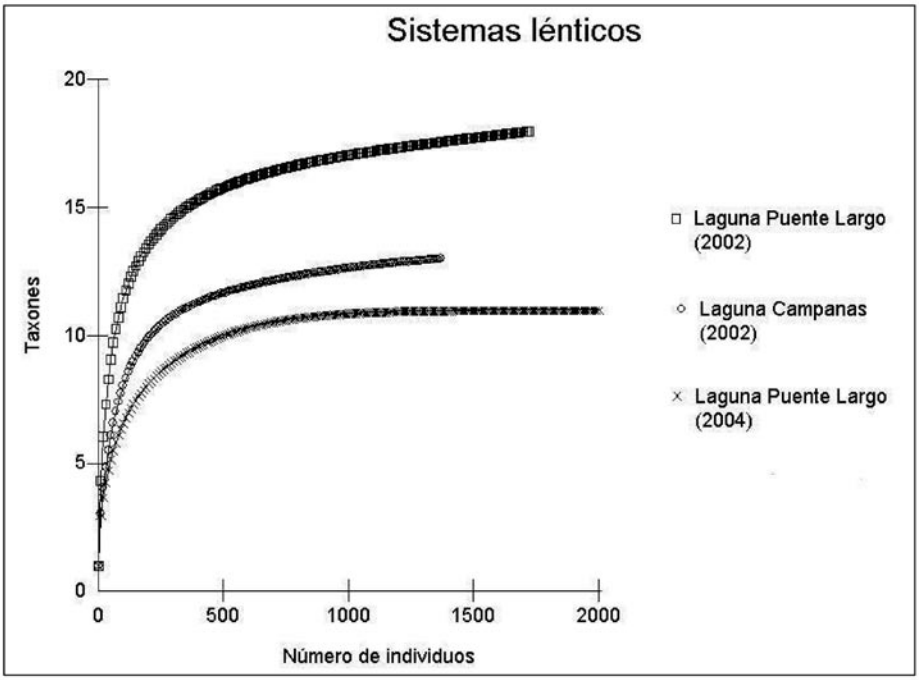

Figura 8. Curva de acumulación de especies para los sistemas lénticos muestreados.

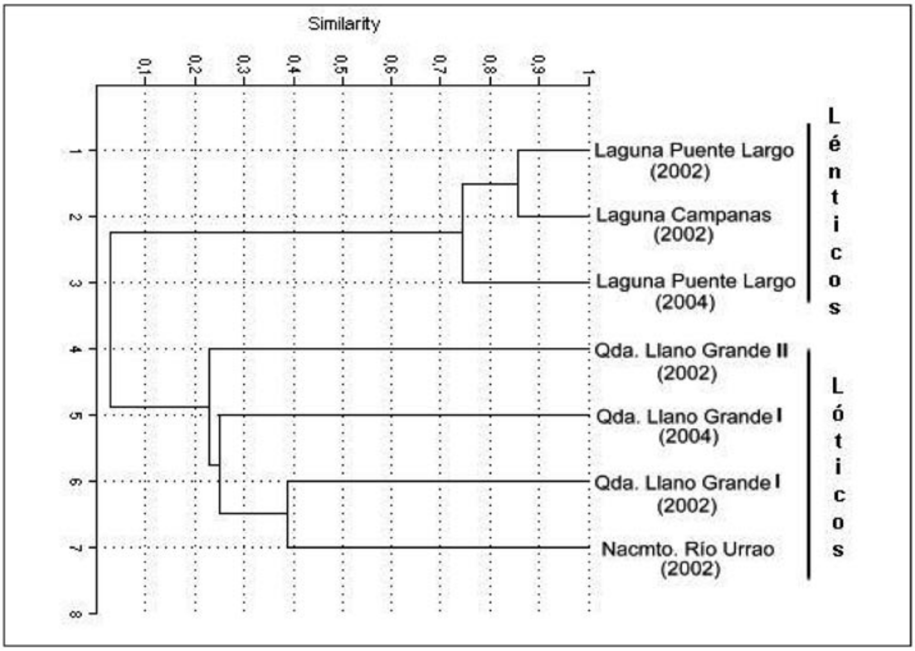

Figura 9. Agrupamiento de los macroinvertebrados de los cuerpos de agua muestreados, mediante el índice de similitud de Sorenson.

DISCUSIÓN

El hecho de que los cuerpos lénticos alberguen una mayor cantidad de individuos por área muestreada en comparación con los lóticos, se debe principalmente a la poca variación de sustratos que ofrecen estos cuerpos de agua, donde se presenta un lecho homogéneo que favorece el aprovechamiento de este recurso por un número más alto de macroinvertebrados acuáticos y la mayor permanencia de estos organismos tanto espacial como temporalmente. La mayor cantidad de taxones en los cuerpos lóticos se debe a que estos sistemas ofrecen más hábitats y sustratos, y aunque es prematuro establecer las posibles causas de las diferencias en su composición tanto espacial como temporalmente, consideramos que las variaciones anuales de los períodos de lluvia/sequía, la alta radiación, la temperatura y la saturación de oxígeno perturban considerablemente el establecimiento y permanencia de estos organismos.

Se registran por primera vez para Colombia *Hydrozetes* (Eremaeidae: Acari), *Pseudosmittia* y *Metriocnemus* (Orthocladiinae: Chironomidae), encontrados principalmente en los cuerpos lénticos. Por primera vez se registra para Antioquia *Anomalocomoecus* (Limnephilidae: Trichoptera) y por segunda vez para Colombia *Paraheptagyia* (Diamesinae: Chironomidae), colectados en cuerpos lóticos. Consideramos que se puede presentar un alto grado de endemismos si las identificaciones se hacen a nivel infragenérico en este ecosistema paramuno.

Hydrozetes que fue el género más abundante en los sistemas lénticos es un taxón clave para estos ecosistemas. Es un ácaro acuático muy frecuente en Norte América y su presencia puede ser atribuible a las aves migratorias. Se presenta principalmente en pequeños estanques permanentes formando densas agregaciones, su alimento se compone de algas y detritus. Los depredadores de *Hydrozetes* son los odonatos (Pennak 1978), siendo su principal depredador *Aeshna marcali* confirmado con disecciones de los tractos digestivos de las náyades.

Para los sistemas lóticos se muestran diferencias en los taxones más representativos y solamente se presenta *Hyallela* en el nacimiento del río Urrao y la quebrada Llano Grande I (2002) como uno de los organismos más abundantes. Este género es un pequeño crustáceo muy común en diferentes hábitats de aguas lentas, remansos o con poca corriente y está asociado a sustratos duros, vegetación acuática y algas (Muskó, 1992; Poi de Neif, 1992; Parsons & Matthews, 1995 en Poretti *et al.* 2003). El género *Hyalella* cumple un importante papel en los ecosistemas acuáticos y en el caso de los sistemas lóticos estudiados constituyen una fracción significativa de la biomasa animal, aunque su tasa de renovación no sea muy alta (Wetzel, 1981). Además, facilita el flujo de energía por la transformación de detritos en material orgánico particulado y biomasa para micro y macro consumidores (Wen, 1992 en Poretti *et al.* 2003).

El hallazgo de los géneros de quironómidos *Pseudosmittia*, *Metriocnemus* y *Paraheptagyia* en los cuerpos lagunares permite establecer que si bien estos conservan un patrón básico de la subfamilia y género de otros que se han registrado en zonas de ríos y quebradas de alta montaña, solo la identificación a nivel específico podrá asegurar en el futuro de que se tratan de especies únicas que están adaptadas a las variaciones de las condiciones climáticas más extremas que se dan en esta región.

Las investigaciones de Ospina & Riss (2002) muestran que los géneros *Pseudosmittia* y *Metriocnemus* predominan en corrientes de agua de alta montaña y en esta investigación estos géneros extienden su alcance a lagos y lagunas para el caso del páramo de Frontino. Se muestra en el presente estudio la poca diversidad de los quironómidos para este ecosistema, a diferencia de los lagos de la zona templada donde se registran una alta diversidad de esta familia (Orendt 2000).

La realización de estudios más frecuentes en los sistemas acuáticos de los ecosistemas paramunos, ofrecerán un mejor entendimiento de las dinámicas autoecológicas y sinecológicas de los macroinvertebrados acuáticos. Además, servirá como base para predecir el estado ecológico de estos ecosistemas, debido a que estas comunidades son sensibles a las alteraciones en los componentes de su hábitat. Igualmente, se deriva la necesidad de monitoreos en el río continuo desde las cabeceras de los ecosistemas paramunos, con metodologías estables y comparables, a fin de compilar un número de datos de variables físicas y químicas que permitan relacionar los cambios espaciales y temporales en las poblaciones de estos ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro compañero de campo Arley Duque por su invaluable ayuda. Al Ministerio del Medio Ambiente, Unidad Administrativa de Parques Nacionales Naturales Seccional Urrao, por su apoyo logístico. A la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia (DIME) por la financiación de esta investigación y al grupo de Palaeoecología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. A María Isabel Gómez, por la identificación de los moluscos y a los evaluadores por sus importantes sugerencias.

LITERATURA CITADA

Álvarez, L.F. & G. Roldán. 1983. Estudio taxonómico y ecológico de los hemípteros a diferentes pisos altitudinales en el Departamento de Antioquia. Rev. Actual. Biol. 12 (44): 31-45.

Arango, M.C. & G. Roldán. 1983. Estudio de las larvas acuáticas del orden Odonata a diferentes pisos altitudinales en el Departamento de Antioquia. Actual. Biol. 12 (46): 91-104.

Bautista, O.R., R.E.J. Varón, R.E. Rebolledo & F. Gast. 2006. Comunidad de macroinvertebrados asociados a bromelias tipo tanque en dos fragmentos de bosque de montaña de la cordillera oriental. En. Resúmenes XXXIII Congreso sociedad colombiana de Entomología (SOCOLEN), Manizales 27-29 julio 2006.

Bedoya, I. & G. Roldán. 1984. Estudio de los dípteros acuáticos en diferentes pisos altitudinales en el Departamento de Antioquia. Rev. Asoc. Col. Cien. Biol. 2 (2): 113-134.

Bernal, C. & I. Figueroa. 1980. Estudio ecológico comparativo de la entomofauna en un Bosque altoandino y un páramo localizado en la región de Monserrate Bogotá. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C.

Brundin, L. 1956. Zur Systematik der Orthocladiinae (Dipt. Chironomidae). Institute of Fresh. Res. Drottning. Report 37:5-185.

Cranston, P.S. & F. Reiss. 1983. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holartic region- Key to subfamilies. Entomological Scandinavica Supplement. 19: 11-15.

Cranston, P.S., D.R. Oliver & O.A. Saether 1983. The larvae of Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holartic region-keys and diagnosis. Entomological Scandinavica Supplement. 19: 149-291.

Domínguez, E. & W. Peters. 1992. Claves para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos. Biología Acuática No, 16. Inst. Limnol. Dr. Raúl A. Ringuelet.

Edmonson, W.T. (ed.). 1959. Freshwater Biology. John Wiley and Sons, Nueva York.

Edmunds, G. 1976. The mayflies of North and Central America. Univ. of Minnesota Press, Mineapolis.

Epler, J.H. 1995. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Department of Environmental Regulation, State of Florida, 427pp.

Fagua, G.C. 2002. Biología reproductiva, polinización y fenología de *Speletia grandiflora*. Aportes al conocimiento de la fauna de páramos y zonas alto-andinas del área de jurisdicción de la C.D.M.B. Resúmenes Congreso Mundial de Páramos. Paipa, Boyacá.

Fernández, H.R & E. Domínguez (eds.). 2003. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Serie: Investigaciones de la UNT, Subserie: Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Tucumán Argentina. 282 pp.

Flint, O.S., Jr. 1982. Studies of Neotropical caddisflies, XXX: larvae of the genera of South American Limnephilidae (Trichoptera). Smithsonian Contributions to Zoology 355:1-30.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & P.D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Hofstede, R. 2002. Los páramos andinos, su diversidad, sus habitantes, sus problemas y sus perspectivas. Un breve diagnóstico regional del estado de conservación de los páramos. Grupo Páramo, Quito. 25 pp.

Jaramillo, P. & N. Parra. 1993. Aspectos biofísicos generales del Páramo de Frontino Antioquia. Rev. ICNE. 4(2):81-96.

Merrit, R.W. & K.W. Cummins. 1996. An introduction to aquatic insects of North America. 3ª ed., Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 862 p.

Locarno, P.L.C. 2002. Escarabajos de Ucumarí, cordillera central, Risaralda, Colombia, registros, importancia ecología y relaciones faunísticas. Resúmenes Congreso Mundial de Páramos. Paipa, Boyacá.

McAleece, N., J. Lambshead, G. Patterson & J. Gaje. 1997. BioDiversity Professional Version 2. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. http://www.sams.ac.uk/dml- /projects/benthic/ dbpro/index.htm

Moreno-V., A. 2002. Aportes al conocimiento de la entomofauna de páramos y zonas alto-andinas del área de jurisdicción de la C.D.M.B. Resúmenes Congreso Mundial de Páramos. Paipa, Boyacá, 52 pp.

Morales, J. & L. Sarmiento. 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo Venezolano. Ecotropicos 15(1): 99-110.

Muñoz, M. 2005. Taxonomía y aspectos ecológicos de los Turbelarios en algunos ecosistemas de agua dulce del departamento de Antioquia. Tesis de Posgrado. Instituto de Biología. Universidad de Antioquia, Medellín.

Orendt, C. 2000. Chironomids of small Alpine water bodies (springs, spring brooks, pools small lakes) of the norther Calcareous Alps. Spixiana 23(2):121-128.

Ospina, T.R., W. Riss & J.L. Ruiz. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae) de la Sabana de Bogotá. In: Amat G., G. Andrade y F. Fernández eds. Insectos de Colombia Vol. II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras No. 13. Editora Guadalupe, Bogotá, 363-384.

Parra-S., L.N. 1991. Geología glacial del páramo de Frontino. Trabajo presentado para optar al título de profesor asociado. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias de la Tierra, Medellín.

Parsons, J. K. & R.A. Mathews. 1995. Analysis of the associations between macroinvertebrates and macrophytes in a freshwater pond. Northwest Science 69 (4): 265-275.

Pennak, R. 1978. Freshwater Invertebrates of the United States. 2da ed., Wiley Interscience, New York, 803 p.

Pinder, L.C.V. 1983. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the holartic region. Introduction. Entomological Scandinavica Supplement. 19: 7-10.

Poi de Neif, A. 1992. Invertebrados asociados a los macrófitos sumergidos de los esteros del Iberá (Corrientes, Argentina) Ambiente Subtropical 2: 45-63.

Posada-G., J.A. & G. Roldán. 2003. Clave ilustrada y diversidad de las larvas de Trichoptera en el nor-occidente de Colombia. Caldasia 25 (1): 169-192.

Poretti, T.I., M.A. Casset & F. Momo. 2003. Composición química y dinámica poblacional de *Hyalella curvispina* en el arroyo Las Flores (Cuenca del Río Luján). Biología Acuática 20: 45-48

Rangel-Ch., J.O & M.A. Orjuela-R. 2002. Prioridades de investigación en el páramo. Simposio Historia Natural y Aspectos Biogeográficos del Páramo. Paipa, Boyacá, pp. 267-270.

Ruiz, J.L., R. Ospina & W. Riss. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera:Chironomidae) de la sabana de Bogotá II. Subfamilia Chironominae. Caldasia 22:15-33.

Saether, O.A. 1980. Glossary of chironomid morphology terminology (Diptera: Chironomidae). Entomological Scandinavica Supplement 14:1-51.

Trivinho-S, S. & G. Strixino. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose de gêneros. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, 227 pp.

Usinger, R.L. 1956. Aquatic Insects of California. Univ. California Press. Berkeley.

Varela, R.A. 2006. Papel de la artropofauna edáfica en la descomposición de la hojarasca en bosque andino. En. Resúmenes XXXIII Congreso sociedad colombiana de entomología (SOCOLEN), Manizales.

Velásquez, R. C. & L. N. Parra. 2002. Cambios en el clima y en la vegetación del páramo. Simposio Historia Natural y Aspectos Biogeográficos del Páramo. Paipa, Boyacá, pp. 37-38.

Wen, Y.H. 1992. Life history and production of *Hyalella azteca* (Crustacea: Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. Can. J. Zool. 70: 1417-1424.

Wetzel, G. 1981. Limnología. Omega, Barcelona. 679 p.

Wiederholm, T. (ed.). 1986. Chironomidae of the Holarctic region- Keys and diagnoses. Part 2. Pupae. Entomological Scandinavica Supplement 28:1-482.

Wiederholm, T. (ed.) 1989. Chironomidae of the Holarctic region- Keys and diagnoses. Part 3. Adults. Entomological Scandinavica Supplement 34:1-532.

Recibido: 03/17/2008
Aceptado: 10/24/2008